

# Rancang Bangun Alat Pengukur Jarak Dan Sudut Kemiringan Digital Menggunakan Sensor Ultrasonik Dan Accelerometer Pada Konstruksi Bangunan

1<sup>st</sup> Bintang Sandy Prabowo  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia  
bintangsandyp@student.telkomu  
niversity.ac.id

2<sup>nd</sup> Erwin Susanto  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia  
erwinelektro@telkomuniversity.  
ac.id

3<sup>rd</sup> Fiky Y. Suratman  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia  
fysuratman@telkomuniversity.ac  
.id

## Abstrak

Konstruksi bangunan merupakan suatu kegiatan membangun sarana maupun prasaranan. Alat pengukur jarak dan alat pengukur sudut kemiringan seringkali digunakan dalam kegiatan konstruksi bangunan khusus nya untuk mengukur panjang benda maupun jarak dari suatu objek, serta mengukur sudut kemiringan suatu objek. Penggunaan alat manual seringkali menghasilkan hasil ukur yang kurang akurat. Hal ini sering terjadi karena faktor manusia yang tidak teliti dalam menggunakan alat ukur manual.

Pada kali ini penulis akan mengimplementasikan alat pengukur jarak dan sudut kemiringan digital menggunakan sensor ultrasonik dan accelerometer karena lebih efisiensi dalam pengukurannya. Serta melakukan pengukuran dan pengujian alat untuk melihat performansi dari alat yang telah dirancang dapat berfungsi dengan baik. Agar hasil yang diinginkan valid, maka metode yang digunakan yaitu statistik dengan melakukan pengukuran berulang, misalnya dalam menghitung nilai suatu zat dalam larutan perlu dilakukan pengukuran berulang sebanyak x kali. Dari data tersebut maka di peroleh pendekatan nilai yang terukur melalui perhitungan rata rata dari standar deviasi dan data yang diperoleh. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali dari masing masing jarak yang diukur, dengan menggunakan 3 objek yaitu besi, tembok, dan kerdus. Yang kemudian akan diukur rata rata dari pengukuran dan kesalahan dari pengukurannya.

Kata Kunci : sensor ultrasonik, accelerometer, mikrokontroler

## Abstract

*In Building construction is an activity to build facilities and infrastructure. Distance measuring devices and tilt angle measuring devices are often used in building construction activities specifically to measure the length of objects and the distance from an object, as well as measure the angle of inclination of an object. The use of manual tools often results in inaccurate measurement results. This often happens because of the human factor that is not careful in using manual measuring tools.*

*At this time the author will implement a digital distance and angle measuring device using an ultrasonic sensor and an accelerometer because it is more efficient in its measurement. As well as measuring and testing tools to see the performance of the tools that have been designed to function properly. In order for the desired results to be valid, the method used is to carry out repeated measurements, for example in calculating the value of a substance in solution it is necessary to repeat measurements x times. From these data, a measured value approach is obtained through the calculation of the average of the standard deviations and the data obtained.*

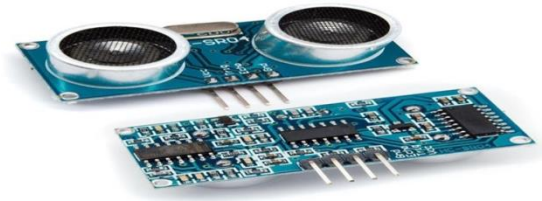
*Keywords: ultrasonic sensor, accelerometer, microcontroller*

## I. PENDAHULUAN

Dengan perkembangan teknologi di era yang sekarang, dibutuhkan alat ukur yang dapat melakukan pengukuran jarak dan sudut kemiringan yang sekaligus membaca hasil pengukuran secara otomatis. Dengan memanfaatkannya bidang teknologi elektronik dan bidang konstruksi bangunan, penulis mencoba untuk membuat alat pengukur jarak otomatis yang bertujuan untuk mempermudah manusia dalam melakukan pengukuran. Alat ini diharapkan mempermudah pengguna dalam proses menghitung panjang, lebar, tinggi dan sudut kemiringan dalam melakukan aktivitas pengukuran khususnya di bidang konstruksi bangunan.

Hal ini lah yang melatarbelakangi untuk merancang alat pengukur jarak dan sudut kemiringan otomatis. Alat pengukur jarak ini memanfaatkan gelombang yang di hasilkan sensor ultrasonik yang umumnya berfrekuensi 40 KHz yang akan di pantulkan ke suatu objek, kemudian pantulan gelombang tersebut akan kembali di terima oleh sensor ultrasonik dan sensor akan menghitung jarak pantulan tersebut, sehingga mudah untuk menghitung waktu tundanya dan sangat mudah dalam pengaplikasiannya, serta accelerometer yang akan menangkap nilai kanal axis x, y, z bersamaan dalam satu waktu.

Adanya mikrokontroler akan berfungsi sebagai pengolah data yang sudah diprogramkan kemudian akan akan di tampilkan dalam bentuk tulisan melalui LCD (Liquid Crystal Display). Sehingga akan lebih mudah diketahui hasilnya oleh pengguna, dan diharapkan alat ini dapat berguna bagi manusia melakukan proses pengukuran, khususnya pada bidang konstruksi bangunan.



GAMBAR 2.1 Sensor Ultrasonik

### B. MPU6050

MPU6050 merupakan modul sensor yang terdapat dua fungsi didalamnya yaitu accelerometer dengan micro-electromechanical system (MEMS) dan gyroscope dengan micro-electromechanical system (MEMS) dalam sebuah chip. Accelerometer sering digunakan untuk menghitung sudut kemiringan dan hanya dapat dilakukan ketika tidak bergerak atau statis, yang sering dikombinasikan dengan gyroscope dan kombinasi data yang digunakan untuk menghitung sudut. Gyroscope adalah perangkat untuk mengukur atau mempertahankan orientasi, yang berdasarkan pada prinsip momentum sudut. Ketika accelerometer dan gyroscope di kombinasikan, maka terdapat 6 sumbu pendeteksi yaitu 3 sumbu rotasi (X, Y, Z) dan ada 3 sumbu linier yaitu (Atas/Bawah, Kanan/Kiri, Depan/Belakang). Dengan kemampuan dalam mendeteksi kemiringan pada sumbu (X, Y, Z), maka sensor ini dapat mengukur sudut kemiringan di bidang konstruksi bangunan.



GAMBAR 2.2 MPU6050

## II. KAJIAN TEORI

### A. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor HC-SR04 ini merupakan perangkat yang sering digunakan untuk mengukur jarak dari suatu objek. Sensor ini memiliki 2 komponen yaitu ultrasonik transmitter sebagai pemancar suara dan ultrasonik receiver sebagai penerima suara, jarak maksimal yang dapat diukur sekitar 3-4 meter.

### C. Arduino Uno

Arduino Uno R3 Kit merupakan mikrokontroler ATMEGA 328 P, yang memiliki fungsi sebagai pengolah data dan pengendalian data yang bersifat open source dimana bahasa yang di pakai yaitu bahasa C++. Arduino dilengkapi dengan chip 32-bit Atmel ARM atau 8-bit Atmel AVR.

Arduino uno dapat disuplai melalui koneksi USB atau dengan sebuah power suplai eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Suplai eksternal (non-USB) dapat diperoleh dari sebuah adaptor AC ke DC atau battery. Arduino Uno juga dapat diprogram sesuai dengan kebutuhan. Untuk memprogram arduino Uno dibutuhkan software arduino IDE. Di dalam sistem ini mikrokontroler Arduino uno digunakan untuk memproses jarak dan

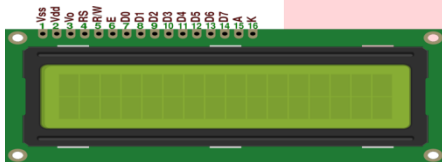
sudut kemiringan.



GAMBAR 2.3 Arduino Uno

#### D. LCD (Liquid Cristal Display)

LCD (Liquid Crystal Display) merupakan suatu jenis tampilan yang menggunakan kristal cair untuk menghasilkan suatu tampilan data. LCD ini berukuran 2 x 16 yang berfungsi untuk menampilkan data yang diolah oleh arduino uno dalam bentuk angka atau tulisan.



GAMBAR 2.4 LCD

#### E. Speaker

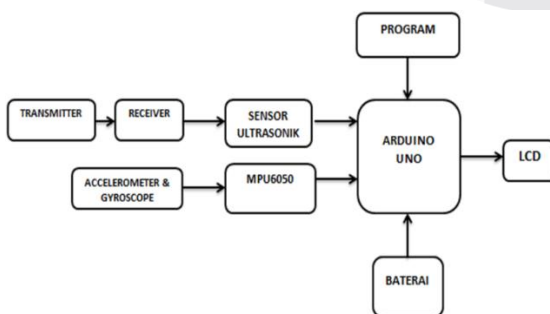
I2C (Inter Integrated Circuit) merupakan standar komunikasi serial dua arah yang menggunakan dua saluran untuk mengirim dan menerima data. I2C sendiri terdiri dari dua saluran yaitu saluran SCL (Serial Clock) dan SDA (Serial Data) yang akan membawa informasi data.



GAMBAR 2.5 Speaker

### III. METODE

#### A. Diagram Block

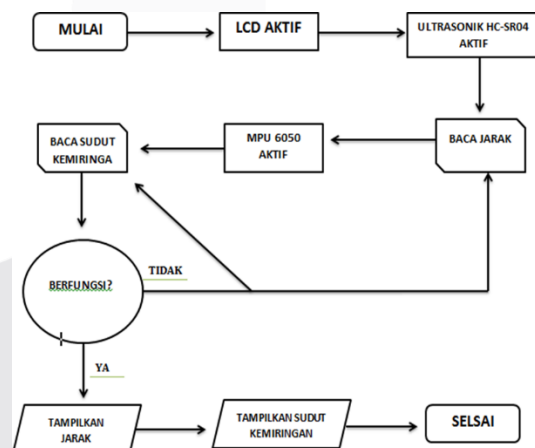


GAMBAR 3.1 Diagram Block

Berdasarkan gambar, cara kerja dari sistem ini adalah sebagai berikut :

1. Blok transmitter, yaitu gelombang yang dipancarkan transceiver sensor pada suatu objek yang akan di ukur jaraknya.
2. Blok receiver, yaitu gelombang yang terpantul kembali ke receiver sensor dari objek yang di ukur jaraknya.
3. Blok sensor ultrasonik, gelombang yang terpantul kembali ke receiver dari objek yang diukur jaraknya.
4. Blok accelerometer dan gyroscope, yaitu data pergerakan sumbu dari objek yang ditangkap oleh sensor.
5. Blok MPU6050, yaitu proses pengukuran sudut kemiringan.
6. Blok arduino uno, yaitu sebagai pengolah jarak yang dihasilkan oleh sensor yang kemudian akan ditampilkan melalui LCD.
7. Blok baterai, yaitu sebagai daya dari sistem.
8. Blok program, yaitu sebagai data yang akan diolah oleh arduino
9. Blok LCD, yaitu sebagai penampil hasil pengukuran yang di dapat dari sistem

#### B. Flowchart



GAMBAR 3.2 Flowchart

Berdasarkan flowchart diatas ini adalah sebagai berikut :

1. Ketika tombol on dinyalakan LCD 16x2 akan menyala.
2. Sensor ultrasonik HC-SR04 akan aktif dan akan mengkonversi jarak suatu objek yang telah ditentukan.
3. MPU6050 akan aktif dan akan mengkonversi sudut kemiringan suatu objek yang telah ditentukan.
4. Ketika terjadi kesalahan atau tidak berfungsi, maka sensor akan kembali membaca jarak dan sudut kemiringan suatu objek yang telah

5. Ketika tidak terjadi kesalahan atau berfungsi, maka data yang diperoleh sensor akan diolah oleh arduino uno.
6. Setelah data telah diolah oleh arduino, LCD akan menampilkan hasil pengukuran jarak dan sudut kemiringan yang telah diperoleh.
7. Selesai.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Hasil Perancangan

Hasil dari perancangan alat pengukur jarak dan sudut kemiringan digital pada konstruksi bangunan dapat dilihat pada gambar 4.1. Merupakan tampilan dari alat yang telah dirangkai dan sudah di desain, pada alat ini menggunakan 2 sensor yaitu sensor ultrasonik HC-SR04 yang dimana sensor ini berfungsi untuk mengukur jarak, dan sensor MPU6050 yang dimana sensor ini akan mengukur sudut kemiringan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kesalahan yang dihasilkan oleh alat yang telah dirancang.

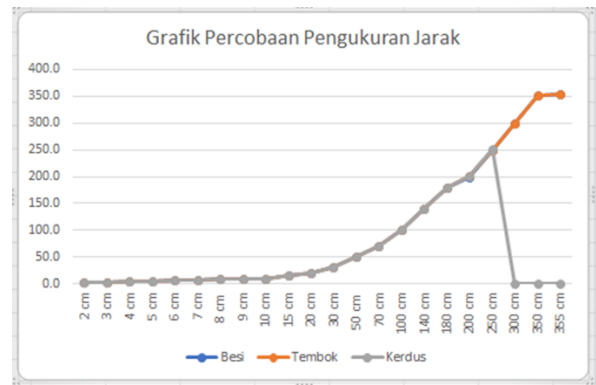
Berikut ini sekema pengujian dari alat yang telah dibuat. Setelah diperoleh data dari pengujian yang dilakukan sebanyak 5 kali pada setiap pengukurannya melalui 3 objek pengukuran yaitu besi tembok, dan kerdus, lalu langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan persentase (%) kesalahan pada masing masing pengukuran dan masing masing objek yang diukur pada alat pengukur jarak dan sudut kemiringan digital pada konstruksi bangunan. Rumus persentase kesalahan sebagai berikut :

$$\text{Kesalahan rata rata (\%)} \text{ pada jarak} \\ \text{Presentase kesalahan} = \frac{\text{aktual} - \text{terbaca}}{\text{aktual}} \times 100$$

$$\text{Kesalahan rata rata (\%)} \text{ sudut} \\ \text{Presentase kesalahan} = \frac{\text{aktual} - \text{terbaca}}{\text{aktual}} \times 100$$

##### B. Pengujian Sensor Ultrasonic

Validasi sensor ultrasonik ini bertujuan untuk mengetahui akurasi dari pengukuran jarak dengan cara membandingkan dengan meteran gulung, dimana validasi sensor ini dilakukan sebanyak 5 seri di setiap jarak dengan 3 objek yang berbeda yaitu besi, tembok, dan kerdus.



GAMBAR 4.1 Grafik Pengukuran Jarak

Pada gambar 4.1 di atas merupakan grafik dari pengujian sensor ultrasonik saat melakukan pengukuran jarak. Pada grafik di atas terlihat sensor bekerja secara akurat pada objek besi dan tembok, namun pada objek kerdus sensor bekerja kurang maksimal, bahkan sensor tidak mendeteksi pada pengukuran 300 cm pada objek kerdus.. Pada pengujian didapatkan kesalahan hasil pengukuran sebagai berikut

TABEL 1 Persentase Kesalahan Pengukuran Jarak

Jarak Meteran	Persentase Kesalahan Besi	Persentase Kesalahan Tembok	Persentase Kesalahan Kerdus
2 cm	0%	0 %	0%
3 cm	0%	0%	0%
4 cm	0%	0%	0%
5 cm	0%	0%	0%
6 cm	0%	0%	0%
7 cm	0%	0%	0%
8 cm	0%	0%	0%
9 cm	0%	0%	0%
10 cm	0%	0%	0%
15 cm	0%	0%	0%
20 cm	0%	0%	0%
30 cm	0%	0%	0%
50 cm	0%	0%	0%
70 cm	0%	0%	0,0057%
100 cm	0%	0,002%	0,006%
140 cm	0%	0,0014%	0,0028%
180 cm	0%	0,0011%	0,0022%
200 cm	0%	0,002%	0,003%
250 cm	0%	0,0016%	0,0048%
300 cm	0,0006%	0,0013%	-
350 cm	0,0022%	0,0034%	-
355 cm	0,0022%	0,00169%	-

### C. Pengujian MPU6050

Validasi MPU6050 bertujuan untuk mengetahui akurasi dari pengukuran sudut kemiringan dengan cara membandingkan dengan alat ukur sudut kemiringan dengan cara membandingkan dengan alat ukur sudut kemiringan konvensional, dimana validasi sensor ini dilakukan sebanyak 5 seri di setiap sudutnya.



GAMBAR 4.2 Grafik Pengujian MPU6050

Pada gambar 4.2 di atas merupakan grafik dari pengujian MPU6050 saat melakukan pengukuran sudut kemiringan. Pada grafik di atas terlihat sensor bekerja cukup akurat saat melakukan pengukuran pada sudut kemiringan yang dilakukan secara berulang. Pada pengujian didapatkan kesalahan hasil pengukuran sebagai berikut.

TABEL 4.2 Persentase Kesalahan Pengukuran Sudut

<u>Sudut Aktual</u>	<u>Rata Rata Alat</u>	<u>Persentase Kesalahan</u>
10°	10,356°	0,0356%
15°	15,2°	0,0133%
20°	20,284°	0,0142%
25°	25,345°	0,0141%
30°	30,362°	0,0120%
40°	40,596°	0,0149%
50°	50,09°	0,0018%
60°	60,27°	0,0045%
70°	70,586°	0,0083%
80°	80,51°	0,0063%
85°	85,6°	0,0070%

Pada Berdasarkan data di atas menunjukan bahwa sensor MPU6050 dapat bekerja cukup baik dan akurat, dapat dilihat dari data diatas persentase kesalahan rata ratanya cukup kecil disetiap pengukurannya. Keakuratan sensor cukup baik setelah dilakukan pengujian sensor pada alat ini yang dapat berfungsi dengan baik.

## V. KESIMPULAN

Terdapat kesimpulan dari hasil perancangan dari sistem perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian pada alat ini. Diantaranya sebagai berikut.

- A. Mengaplikasikan alat pengukur jarak dan sudut kemiringan dengan menggunakan sensor ultrasonik hcsr-04 sebagai pengukur jarak, dan mpu6050 sebagai pengukur sudut kemiringan, cukup berhasil di implementasikan. Melalui perangkat lunak dan perangkat keras pada alat ini dapat memudahkan pengguna saat akan menghitung jarak dan sudut kemiringan.
- B. Pengujian pengukuran jarak pada alat dilakukan sebanyak 5 seri pada setiap masing masing jarak. Melalui data dan grafik yang didapat sensor ultrasonik bekerja secara akurat pada pengukuran objek melalui besi dan tembok. Namun sensor bekerja kurang maksimal ketika mengukur pada objek kardus, bahkan pada pengukuran 300 cm sensor tidak dapat mendeteksi jarak pengukuran pada objek kardus
- C. Pengujian pengukuran sudut kemiringan pada alat dilakukan sebanyak 5 seri pada setiap masing masing sudut. Melalui data dan grafik yang didapat MPU6050 bekerja cukup akurat, kesalahan MPU6050 saat melakukan pengukuran di setiap sudutnya hanya 0 koma sekian. Hal ini menunjukan bahwa sensor bekerja cukup akurat.

## REFERENSI

- [1] Budiharto, Widodo (2005). *Elektronika Digital + Mikroprosesor*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [2] Budiharto, Widodo (2011). *Aneka Proyek Mikrokontroler*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [3] Ardianto, Heri (2013). *Pemrograman Mikrokontroler Arduino Menggunakan Bahasa C (CodeVisionAVR)*. Bandung: Penerbit Informatika.
- [4] Bejo, Agus (2005). *C&AVR Rahasia Kemudahan Bahasa C dalam Mikrokontroler Arduino uno*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Gava Media Charles L. Philips, Royce D, Harbor, Sistem Kontrol, Penerbit PT Prenhalindo, Jakarta.
- [5] Shultoni, Ahmad (2018). Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Vibrasi Pada Motor Sebagai Indikator Pengaman Terhadap Perubahan Beban Menggunakan Sensor Accelerometer GY-521 MPU6050 Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Negri Surabaya*, Vol 07 No. 3.
- [6] Arsada, B. (2017). Aplikasi Sensor Ultrasonik untuk Deteksi Posisi Jarak pada Ruang Menggunakan Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro*, 6(2).
- [7] Wiharto dan Yulinanda (2016). Penerapan Sensor Ultrasonik Pada Sistem Pengisian Zat Cair Dalam Tabung Silinder Berbasis Mikrokontroler Atmega 16. *JHP17 J. Has. Penelit. LPPM Untag Surabaya* 01: 159-168.
- [8] [8] Firman, B (2016). Vol 9 No. 1 Agustus 2016 Issn: 1979-8415 Implementasi Sensor Imu Mpu6050 Berbasis Serial I2c Pada Self-Blancing Robot Vol.9 No. 1 Agustus 2016 Issn: 1979-8415.9: 18-24.
- [9] Razor A. Sensor Ultrasonik Arduino HC-SR04 : Cara Kerja dan Program. *Aldyrazor.com*. Published February 18, 2021. Accessed July 19, 2022. <https://www.aldyrazor.com/2020/05/sensor-ultrasonik-arduino.html>
- [10] kelasplc. Sensor Jarak : Prinsip Kerja, Jenis Dan Aplikasinya. *Kelas PLC*. Published September 14, 2021. Accessed July 19, 2022. <https://www.kelasplc.com/sensor-jarak/>